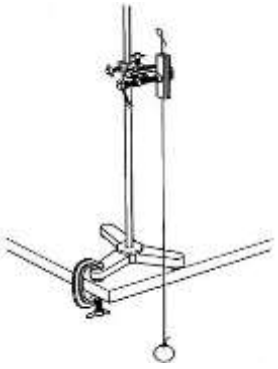
ISPTEC

Exercícios de Aplicação de Física Geral – Preparatório



Versão
2024

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. CINEMÁTICA

1.1. MOVIMENTO RECTILÍNEO
1.2. MOVIMENTO CURVILÍNEO
1.3. LANÇAMENTO DE CORPOS

CAPÍTULO 2. DINÂMICA

2.1. FORÇAS E INTERAÇÕES
2.2. MOVIMENTOS EM PLANOS HORIZONTAIS E INCLINADOS

CAPÍTULO 3. TRABALHO E ENERGIA

3.1. TRABALHO DE UMA FORÇA
3.2. TEOREMA DO TRABALHO-ENERGIA
3.3. CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA
3.4. MOMENTO LINEAR E IMPULSO
3.5. COLISÕES

CAPÍTULO 4. MECÂNICA DOS FLUIDOS

4.1. LEI FUNDAMENTAL DA HIDROSTÁTICA OU TEOREMA DE STEVIN
4.2. IMPULSÃO DOS LÍQUIDOS. LEI DE ARQUIMEDES
4.3. LEI DE PASCAL. PRENSA HIDRÁULICA

CAPÍTULO 5. TEORIA CINÉTICA DOS GASES

5.1. EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA TEORIA CINÉTICAS DOS GASES
5.2. EQUAÇÃO DE ESTADO DOS GASES PERFEITOS
5.3. LEIS DE BOYLE-MARIOTTE. CHARLES E GAY-LUSSAC

CAPÍTULO 6. TERMODINÂMICA

6.1. LEI ZERO DA TERMODINÂMICA. QUANTIDADE DE CALOR E CALOR ESPECIFICO
6.2. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

CAPÍTULO 7. ELECTRICIDADE

7.1. CARGA ELÉCTRICA
7.2. LEI DE COULOMB. FORÇA ELÉCTRICA
7.3. CAMPO ELÉCTRICO
7.4. DIELÉCTRICOS. CONDENSADORES
7.5. CORRENTE ELÉCTRICA CONTÍNUA
7.6. RESISTÊNCIA ELÉCTRICA. LEI DE OHM

APÊNDICE A. VARIAÇÃO DE GRANDEZAS FÍSICAS

CAPÍTULO 1. CINEMÁTICA DA PARTÍCULA

- **MOVIMENTO RECTILÍNEO. DESLOCAMENTO. VELOCIDADE E ACELERAÇÃO**

1. Um móvel executa um movimento cuja a função horária é $\boldsymbol{x = 40 - 5t\ (SI)}$**.** Determine: a) O instante em que o móvel passa pela origem da trajectória; b) O espaço no instante *t = 10 s*.
   Resp: a) 8 s; b) – 10 m

2. A lei dos espaços de um determinado movimento é: $\boldsymbol{x = 10 + 20t - 5t^2\ (SI)}$. a) Calcule a sua aceleração. b) Calcule a velocidade no instante **t = 1 s. c)** Qual é a posição do corpo quando a sua velocidade é nula. ***Resp: a) - 10 m/s²; b) 10 m/s; c) 30 m***

3. Dois automóveis A e B, se deslocam numa mesma trajetória com movimento uniforme. Num determinado instante, a diferença espaço entre eles é de 720 m. Sabendo que as suas velocidades escalares são respectivamente iguais a 108 km/h e 72 km/h, determine o espaço e o instante do encontro quando se deslocam: a) no mesmo sentido. b) em sentidos contrários. ***Resp: a) 72 s; 2160 m; b) 14,4 s; 432 m***

4. Dois carros que estão distanciados de 500 m, movem-se um ao encontro do outro. Um deles move-se com a velocidade constante de 20m/s e o outro move-se com 10 m/s de velocidade inicial e 4m/s^2 de aceleração. Determine o instante em que eles estarão lado a lado. ***Resp: 10 s***

5. Um carro movendo uniformemente com 72 kmh^{-1} de velocidade andou durante 10 s uma distância que o outro carro movendo, também, uniformemente passou durante 12,5 s. Qual a velocidade deste carro? ***Resp: 16 ms^{-1}***

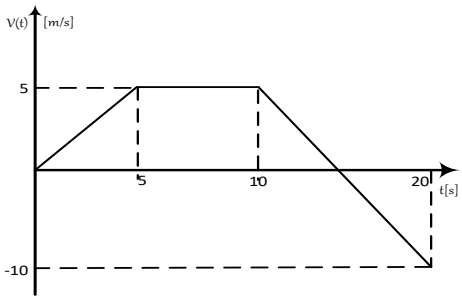
6. Um corpo passou uma terça de todo o caminho com uma velocidade de 36 km/h e o resto, de 300 m de comprimento, durante 60 s. a) Quanto tempo se moveu o corpo? b) Que percurso passou o corpo? ***Resp: a) 75 s; b) 450 m***

7. A primeira parte de um caminho foi passada por um comboio com uma velocidade de 54 kmh^{-1} durante 2 h e o resto, igual a 216 km, durante 3 h. Determine a velocidade média do movimento. ***Resp : 64,8 km/h***

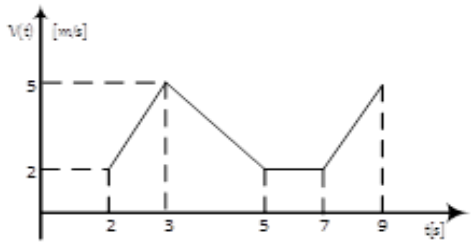
8. Dois estudantes A e B estão numa estação à espera de um comboio. Para se entreterem, decidem calcular o comprimento de um comboio de mercadorias que passa pela estação sem alterar a velocidade. Quando a frente do comboio passa por eles (o estudante A e o B estão no mesmo lugar), o estudante A começa andar no sentido do movimento do comboio e o estudante B começa andar no sentido oposto. Os dois caminham à mesma velocidade e cada um deles para no momento em que se cruza com o fim do comboio. O estudante A andou 45 m e o estudante B 30 m. Qual é o comprimento do comboio? ***Resp: a) 50 m; b) 75 m; c) 120 m; d) 180 m; c) 210 m***

9. Um automóvel e um ônibus s trafegam em uma estrada plana mantendo velocidades constantes em torno de 100 km/h e 75 km/h respectivamente. Os dois veículos passam lado a lado em um posto de pedágio. 40 minutos (2/3 de hora) depois, nessa mesma estrada o motorista do ônibus vê o automóvel ultrapassa-lo. Ele supõe, então que o automóvel deva ter realizado, nesse período, uma parada com duração aproximada de: ***Resp: a) 4 min; b) 7 min; c) 10 min; d) 15 min; c) 25 min***

10. O movimento de um corpo é dado pelo gráfico v(t) da figura. Represente as equações do movimento em cada troço e determine: a) O espaço percorrido pelo corpo e b) A velocidade média do movimento.
Resp: a) 62,5 m; b) 3,1 m/s



11. O movimento de um corpo é dado pelo gráfico v(t) da figura. Represente as equações do movimento em cada troço e determine: O espaço percorrido pelo corpo.
Resp: 21,5 m



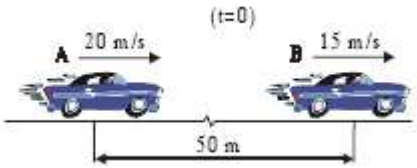
12. A função entre o caminho s percorrido por um corpo e o tempo t é dado pela equação: $S = At - Bt^2 + Ct^3$, onde A = 2m/s, B = 3m/s^2 e C = 4m/s^3. Calcular: A variação da velocidade v e da aceleração a em função do tempo t, e representar graficamente. ***Resp: $v = 2 - 6t + 12t^2$ (m/s); $a = -6 + 24t$ (m/s^2)***

13. A função entre o caminho s percorrido por um corpo e o tempo t é dada pela equação: $S = A - Bt + Ct^2$, onde A = 6m, B = 3m/s e C = 2m/s^2. Calcula a velocidade média, a aceleração média, no intervalo de $1s \leq t \leq 4s$ e representar graficamente. ***Resp: 7 m/s; 4 m/s^2***

14. Um automóvel move-se a velocidade de 80km/h durante a primeira metade do tempo percorrido e a velocidade de 40km/h a segunda metade. Calcular a sua velocidade média. ***Resp: 60 km/h***

15. Um automóvel move-se a velocidade de 80km/h durante a primeira metade do caminho percorrido e a velocidade de 40km/h durante a segunda metade. Calcular a sua velocidade média.
Resp: 53,3 km/h

16. Dois carros A e B movem-se em movimento uniforme e no mesmo sentido. No instante t = 0, os carros encontram-se nas posições indicadas na figura. Suas velocidades são dadas em valor absoluto. Determine: a) O instante em que A encontra B. b) A que distância da posição inicial de A ocorre o encontro.
Resp: a) 10 s; b) 200 m



17. A distância entre dois automóveis num dado instante é 450 km. Admita que eles se deslocam ao longo de uma mesma estrada, um ao encontro do outro, com movimentos uniformes de velocidades escalares de valores absolutos 60 km/h e 90 km/h. Determine ao fim de quanto tempo irá ocorrer o encontro e a distância que cada um percorre até esse instante.
Resp: 3 h; 180 km; 270 km

18. Dois carros A e B, movem-se no mesmo sentido. No instante inicial, suas respetivas velocidades são 1m/s e 3m/s, e suas respectivas acelerações são 2m/s^2 e 1m/s^2. Sabendo que no instante inicial o carro A está 1,5 m a frente do carro B, determine o instante em que eles estarão lado a lado.
Resp: 1 s; 3 s

19. Duas cidades estão situadas a uma distância de 5 00 m. Um automóvel sai da cidade A para a cidade B com a velocidade inicial de 5 m/s e aceleração de 2 m/s^2, o outro automóvel sai da cidade B para a cidade A com a velocidade inicial de 15m/s e aceleração de 4m/s^2. Determine: a) O instante e a posição em que os automóveis se encontram, b) O instante em que é nula a velocidade do primeiro automóvel e c) A distância entre os automóveis no instante 4s.
Resp: a) 10 s, 150 m; b) Não Existe; c) 372 m

20. A equação horária de um móvel é $\boldsymbol{S = 20 - 12t + t^2}$ no $\boldsymbol{SI}$. Determine: a) Qual a posição no instante 4 s, b) Qual a velocidade no instante 4s, c) Classifique o movimento em progressivo ou regressivo, acelerado ou retardado, no instante 4 s, d) Qual a velocidade média de 0 a 4 s, e) Determine os instantes em que o móvel passa pelo referencial, f) Determine o instante em que o móvel muda de sentido e g) Trace o gráfico (S × t) e (v × t). ***Resp: a) -12 m; b) -4 m/s; d) -8 m/s; e) 2 s, 10 s; f) 6 s***

21. Um carro de corrida, que estava parado, arranca com movimento retilíneo uniformemente acelerado. O valor da sua aceleração é de 4 m/s^2. a) Quanto tempo o carro gasta para atingir a velocidade de 144 km/h? b) Qual a distância que ele percorre durante este tempo?
Resp: a) 10 s; b) 200 m

22. Um comboio move-se a velocidade de 36 km/h. Se se desligar a corrente, o comboio passa a ter um movimento uniformemente retardado e para ao fim de 20 s. Calcular a aceleração do comboio. A que distância da paragem se deve desligar a corrente? ***Resp: -0,5 m/s^2; 100 m***

23. Um comboio desloca-se com movimento uniformemente retardado, sendo a velocidade inicial de 54 km/h e aceleração de -0,5 m/s^2. Calcular a distância percorrida pelo comboio desde que começa a travar até parar, e o tempo necessário para a paragem. ***Resp: 225 m; 30 s***

24. Um carro em movimento uniformemente retardado percorreu uma distância de 36m durante 3 s e a sua velocidade reduziu-se três vezes. Encontrar a aceleração do carro. ***Resp: 4 m/s^2***

25. Uma partícula no decorrer de 5 s percorreu uma distância de 25 m e a sua velocidade aumentou-se 4 vezes. Determine a sua aceleração. ***Resp: 1,20 m/s^2***

26. Um carro partindo do repouso, move-se com aceleração de $1m/s^2$ durante $15s$. Desliga-se então o motor, e o carro passa a ter um movimento retardado, devido ao atrito, durante $10s$ com aceleração de $5cm/s^2$. Em seguida, os freios são aplicados e o carro para após $5s$. Calcular a distância total percorrida pelo carro. ***Resp: 296,25 m***

27. A distância entre duas estações foi passada por um comboio com velocidade media de 72km/h durante 20min. A aceleração e a travagem duram 4min. O resto de tempo o comboio moveu-se uniformemente. Qual é a velocidade durante o movimento uniforme. ***Resp: 80 km/h***

- **LANÇAMENTO DE CORPOS**

28. Um corpo lançado verticalmente para cima cai ao fim de 3 s. Encontrar a velocidade inicial do corpo e a altura que atingiu. Adopte g = 9,8 m/s^2. ***Resp: 14,7 m/s; 11 m***

29. Um corpo cai livremente e chega ao solo durante 3 s. Determine a velocidade com que ele chega ao solo. Adopte g = 9,8 m/s^2. ***Resp: 29,4 m/s***

30. Um corpo é lançado verticalmente para cima com uma velocidade inicial. Qual é o valor da velocidade inicial quando o corpo atinge a altura máxima de 45 m? Adopte g = 10 m/s^2.
    Resp: 30 m/s

31. Um corpo é lançado verticalmente para cima com velocidade inicial de 1,5 m/s. Qual é, em centímetros, a altura máxima atingida? (Considere, g = 10 m/s^2) ***Resp: 11,25 cm***

32. Um corpo é lançado na direcção vertical para baixo com a velocidade 20 m/s. Calcule a distância que o corpo deve percorrer para que a sua velocidade v = 2v$_0$ tomando g = 10 m/s^2. ***Resp: 60 m***

33. Um corpo cai da altura de 19,6 m com velocidade inicial igual a zero. Calcular a distância percorrida pelo corpo durante o primeiro e o último 0,1 s do seu movimento. ***Resp: 0,049 m; 1,91 m***

34. Um corpo cai livremente de altura de 80 m. Qual é o seu deslocamento durante o ultimo segundo da queda? ***Resp: 35 m***

35. Uma bola é lançada com a velocidade de 10 m/s sob o ângulo de 40^0 em relação ao horizonte, considere g = 9,8 m/s^2. Calcular: a) A altura atingida pela bola, b) A que distância do ponto de lançamento ela cairá e c) Quanto tempo ela se moverá. ***Resp: a) 2,1 m; b) 10 m; c) 1,3 s***

36. Uma pedra é lançada para cima fazendo um angulo de 60^0 com a horizontal, e uma velocidade inicial de 20 m/s, conforme a figura a seguir. (Adopte g = 10 m/s^2). a) Qual a altura máxima atingida pelo objecto, b) Qual o tempo total do movimento e c) Qual o valor do alcance.
    Resp: a) 15 m; b) 3,4 s; c) 34 m

37. Uma pedra é lançada horizontalmente, com uma velocidade de 15 m/s, de uma torre de 25 m de altura. Calcular: a) O tempo de movimento da pedra, b) A que distância da base da torre a pedra cairá e c) A velocidade com que ela chega ao solo. ***Resp: a) 2,26 s; b)33,9 m; c) 26,7 m/s***

38. De que altura se deve lançar um corpo horizontalmente com a velocidade de 14,5 m/s para que o alcance seja igual: a) Ao dobro da altura de lançamento, b) A metade da altura de lançamento.
    Resp: 10,73 m; b) 171,6 m

- **MOVIMENTO CURVILINEO. MOVIMENTO CIRCULAR**

39. A lei do movimento de uma partícula material, em relação a um referencial OXY, é: $\vec{r} = 5t^2\,\vec{e}_x + 12t\,\vec{e}_y$ (m). Determine a equação da trajectória e o raio de curvatura da trajetória da partícula no instante t = 2s. ***Resp: 106 m***

40. A lei do movimento de uma partícula é: $\vec{r} = 2t^2\,\vec{e}_x + 3t\,\vec{e}_y$ (m), para t = 2 s, determine: a) A aceleração tangencial. b) A aceleração normal. c) A aceleração total. d) O raio de curvatura da trajetória da partícula. ***Resp: a) 3,74 m/s²; b) 1,41 m/s²; c) 4 m/s²; d) 52 m***

41. Um ponto material executa um movimento circular uniforme de raio 0,5m, completando uma volta em cada 5 s. Calcule: a frequência e a velocidade angular do movimento. ***Resp: 1/5; 2π/5 rad/s***

42. Qual a aceleração centrípeta de uma partícula que efectua 360 rpm (rotações por minuto) numa circunferência de 20 cm de raio? ***Resp: 28,8π² m/s²***

43. O raio de um disco é de 32 cm**.** Os pontos que se encontram na superfície lateral do disco movem-se com uma aceleração centrípeta de 2 m/ s^2. a) Que velocidade tem esses pontos? b) Determine a freqüência de rotação do disco. ***Resp: a) 0,8 m/s; b) 0,4 Hz***

44. O comprimento de um ponteiro de minutos de um relógio é três vezes maior do que o de segundos. Calcule a razão de velocidades lineares das extremidades desses ponteiros. ***Resp: 0,05***

45. A razão entre os períodos de dois móveis dotados de velocidades angulares ω_1 = 2π rad/s e ω_2 = 4π rad/s, é: ***Resp: a) 1/2; b) 2; c) 4; d) 1/4***

46. Dois moveis A e B empregam o mesmo tempo para completar uma volta em torno de uma pista circular. A distância do patinador A ao centro da pista é o dobro da do patinador B ao mesmo centro. Chamado v_A e v_B, respectivamente, as velocidades de A e B e ω_A e ω_B as respectivas velocidades angulares, pode-se afirmar que:
Resp: a) $v_A = v_A/2$; b) $\omega_A = \omega_B/2$; c) $v_A = 2v_B$; d) $\omega_A = 2\,\omega_B$

47. Duas polias são ligadas por uma correia como mostra a figura a seguir. As polias têm raios R_1 = 10 cm e R_2 = 200 cm. Se a polia n^0 1 efetua 40 rpm; qual será a frequência da segunda?
Resp: 1/3 Hz

48. A roda de um carro no decorrer de 2 min mudou a frequência de rotação de 60 rpm para 240 rpm. Determine: A sua aceleração angular e o número de Rotações. ***Resp: a) 0,157 rad/s²; 300***

49. Uma partícula move-se pela circunferência de raio 15 m com a aceleração de valor constante. Depois de 4 rotações a velocidade linear da partícula vale de 15 cm/s. Determine a aceleração normal da partícula ao fim de 16 s a partir do início do movimento. ***Resp: 1,5 m/s²***

50. Um rotor em movimento uniformemente retardado de aceleração angular é de 3 rad/s^2 reduz a sua frequência de 180 rpm a 0. Determine: O tempo do movimento retardado. O número de rotações feitas no decorrer da travagem. ***Resp: a) 3,6 s; b) 9,4***

51. Girando com um movimento uniformemente retardado, uma roda reduziu a sua frequência de 300 rpm até 180 rpm ao decorrer de 1min. Encontrar a aceleração angular da roda e o número de rotações da roda ao fim deste intervalo de tempo. ***Resp: - 0,21 rad/s²; 240 rps***

52. Encontrar o raio de uma roda que gira, sabendo que a velocidade linear de um ponto que se encontra na borda é 2,5 vezes maior do que a velocidade linear do ponto que se encontra a distância de 5 cm mais perto do eixo da roda. ***Resp: 8,33 cm***

53. Uma roda de 66 cm de diâmetro é montada num eixo ligado a um motor que faz girar. Durante um intervalo de 10 s o motor fornece à roda uma aceleração angular α constante. Sabendo que a roda esteve inicialmente em repouso e que ao fim de 10 s a velocidade linear de um ponto da sua periferia é de 28,05 m/s, calcular: a) a velocidade angular ao fim dos 10 s; b) a aceleração angular durante o mesmo intervalo de tempo; c) a aceleração tangencial de um ponto da periferia da roda; d) o número de rotações realizadas pela roda durante os 10 s.
Resp: a) 85 rad/s; b) 8,5 rad/s²; c) 2,8 m/s²; d) 67,64 rotações.

54. Um móvel percorreu em MCU uma circunferência de 3 m de raio, efectuando meia volta por segundo. Sabendo que no início da contagem dos tempos, ele se encontra na origem dos arcos. Calcule: a) a frequência; b) o período; c) velocidade angular; d) a velocidade linear; e) a aceleração centrípeta; f) o tempo decorrido pra descrever um ângulo de 3π/2.
Resp: a) 0,5 Hz; b) 2 s; c) π rad/s; d) 3π = 9,42 m/s; e) 3π² = 29,6 m/s²; f) 1,5 s.

55. Um ponto move-se por uma circunferência de raio 2 cm. A variação do percurso em função do tempo é dada pela equação $s = Ct^3$, onde C = 0,1 cm/s³. Achar as acelerações normal e tangencial no momento em que a velocidade linear do ponto é de 0,3 m/s. ***Resp: 4,5 m/s²; 0,06 m/s².***

CAPÍTULO 2. DINÂMICA DA PARTÍCULA

- **MOVIMENTO NO PLANO ORIZONTAL, VERTICAL E INCLINADO. DIFERENTES TIPOS DE FORÇAS.**

1. Um corpo de 0,5 kg de massa move-se em linha recta, sendo a variação do caminho percorrido pelo corpo em função do tempo dada pela equação S = A – Bt + Ct² - Dt³, onde C = 5 m/s² e D = 1 m/s³. Calcular a força que atua sobre o corpo no fim do primeiro segundo de movimento. ***Resp: 2 N***

2. Após a interrupção da tração da locomotiva um comboio com a massa de 500 t, sob a Ação da força de atrito de 98 kN, para ao decorrer do tempo de 1 min. A que velocidade deslocava o comboio. ***Resp: 11,76 m/s***

3. Animado de movimento uniforme retardado, um automóvel de massa igual a 1020kg para ao fim de 5 s, tendo percorrido o caminho de 25 m. Determinar a velocidade inicial do automóvel e a força de travagem F. ***Resp: 36 km/h; 2,04 kN***

4. Animado de movimento uniforme retardado, um comboio de massa de 500 t ao fim de 1 min reduz a sua velocidade desde 40 km/h até 28 km/h. Achar a força de travagem F. ***Resp: 27,7 kN***

5. Na mesa lisa encontram-se dois blocos ligados entre si por um fio inextensível de massa desprezável. A massa do primeiro bloco é igual a 0,5 kg e do segundo bloco 0,1 Kg. O primeiro bloco puxam horizontalmente com uma força de 3 N. a) Com que aceleração se move o primeiro bloco? b) Que força actua sobre o segundo bloco? ***Resp: a) 5 m/s²; b) 0,5 N***

6. Qual é o coeficiente de atrito de um bloco de 10 kg que alcança 2 m/s em um deslocamento de 10 m, partindo de repouso? Sendo que a força que é aplicada a ele é 10 N. (Considere: g = 10 m/s^2)
   Resp: 0,2 m/s^2; 0,08

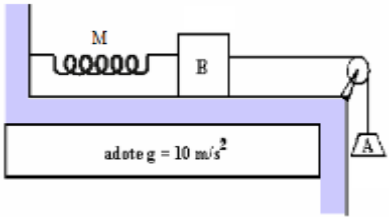
7. Um corpo de massa igual a 10 kg esta sobre um plano horizontal, o coeficiente de atrito entre o corpo e o plano é de 0,2. Qual é o valor da força horizontal que se deve aplicar ao corpo para que a aceleração seja de 6 m/s^2. ***Resp: 80 N***

8. Sobre uma caixa de massa 120 kg, atua uma força horizontal constante F de intensidade 600 N. A caixa encontra-se sobre uma superfície horizontal em um local no qual a aceleração gravitacional é 10 m/s^2. Para que a aceleração caixa seja constante, com módulo igual a 2 m/s^2, e tenha a mesma orientação da força F, o coeficiente de atrito cinético entre a superfície e a caixa deve ser de:
   Resp: a) 0,1; b) 0,2; c) 0,3; d) 0,4; e) 0,5

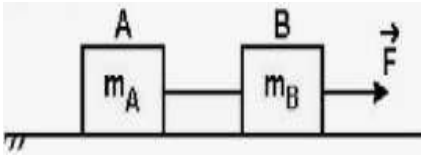
9. Um corpo é puxado por uma pessoa com uma força de 150 N que faz um ângulo de 25° com a horizontal. A massa do bloco é de 80 kg e o coeficiente de atrito é de 0,2. Calcular a) a aceleração do bloco e b) a força normal da superfície e o bloco. Considere g = 10 m/s^2.
   Resp: a) 0.14 m/s^2; b) 737 N

10. Um bloco A, de massa 6 kg, está preso a outro B, de massa igual a 4kg, por meio de uma mola ideal de constante elástica 800 N/m. Os blocos estão apoiados sobre uma superfície horizontal e se movimenta devido à ação da força F horizontal, de intensidade 60 N. Sendo o coeficiente de atrito cinético entre as superfícies em contacto igual a 0,4 e g = 10 m/s^2**,** a distensão da mola é de:
    Resp: 3 cm; b) 4cm; c) 5 cm; d); e) 7 m

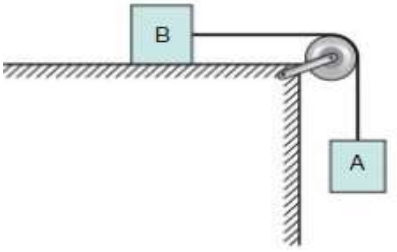
11. Para a verificação experimental das leis da dinâmica, foi montado o esquema a seguir Nele, o atrito é despreza, o fio, a mola e as polias são ideias. Os corpos A e B encontram-se em equilíbrio quando a mola M, de constante elástica k = 200 N/m, esta distendida de 5,0 cm. Qual é a massa do corpo A.
    Resp: 1 kg



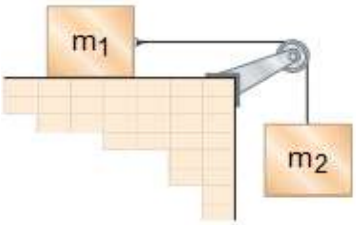
12. A figura ilustra um bloco A, de massa m_A = 2,0 kg, atado a um bloco B, de massa m_B = 1,0 kg, por um fio inextensível de massa desprezível. O coeficiente de atrito cinético entre cada bloco e a mesa é μ_c. Uma força F = 18,0 N é aplicado ao bloco B, fazendo com que ambos se deslocam com velocidade constante. Considerando g = 10,0 m/s^2, calcule: a) O coeficiente de atrito μ_c e b) a tração T no fio. ***Resp: a) μ_c = 0.6; b) T = 12 N***



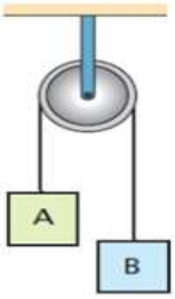
13. No sistema abaixo, um bloco A de 3 kg é amarrado em uma corda inextensível, que passa por um polia ideal e é ligada a outro bloco B de 2 kg. Desprezando todos os atritos, o valor da força de tracção na corda vale: (Adopte, g = 10 m/s^2)
    Resp: a) 30 N; b) 10 N; c) 4 N; d) 12 N



14. Dois blocos têm massas m_1 = 1 kg e m_2 = 2 kg ambos são ligados por um fio leve, flexível. Adotar g = 10 m/s^2. A polia tem massa desprezável e o coeficiente de atrito do bloco com a superfície e μ = 0,2. A aceleração dos blocos é:
Resp: a) 10 m/s^2; b) 6 m/s^2; c) 5 m/s^2; d) 4 m/s^2; e) nula

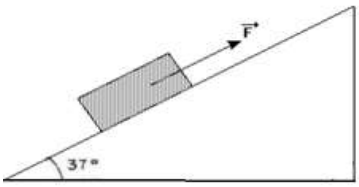


15. Dois corpos A e B, de massa 2 kg e 3 kg, estão ligados por um fio inextensível e sem peso, que passa por uma polia sem atrito, como mostra a figura ao lado. Calcule: a) a aceleração dos corpos b) a tensão no fio que une os dois corpos. (Adopte, g = 10 m/s^2):
Resp: 2 m/s^2; 24 N

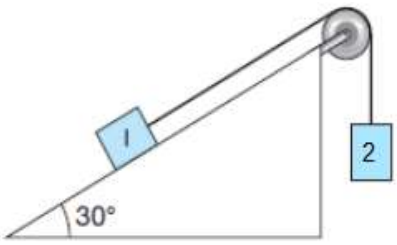


16. Através de uma polia, passa um fio em que nas suas extremidades estão penduradas as cargas m_1 = 1,3 kg e m_2 = 2,8 kg. A velocidade inicial das cargas e nula. Qual será o espaço percorrido pelos corpos em tempo t = 2 s? Qual será a força de tensão no fio? (Adote g = 9,8 m/s^2).
Resp: 7,3 m; 17,4 N

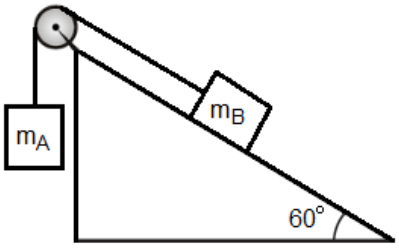
17. Um bloco de massa 5,0 kg e arrastado para cima, ao longo de um plano inclinado, por uma força F, constante, paralela ao plano e de intensidade 50 N, como mostra a figura a seguir, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano vale 0,40 e a aceleração da gravidade 10 m/s^2. A aceleração do bloco, em m/s^2, vale:
Resp: a) 0,68; b) 0,78; c) 1,5; d) 2,5; e) 6,0



18. A figura abaixo mostra um corpo de massa m_1 = 2 kg apoiado em um plano inclinado é amarrado em uma corda, que passa por uma roldana e sustenta um outro corpo de massa m_2 = 3 kg. Despreze a massa da corda e o atrito de qualquer natureza. a) Esboce o diagrama de forças para cada um dos dois corpos. b) Se o corpo 2 move-se para baixo com aceleração a = 4 m/s^2, determine a tração T na corda. (Considere, g = 10 m/s^2). ***Resp: 18 N***



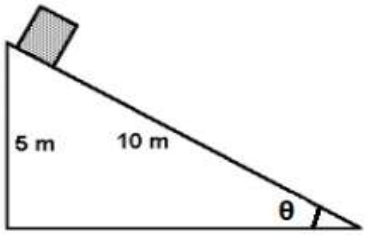
19. Dois corpos de massas m_A = 1 kg e m_B= 1,5 kg estão ligados por um fio inextensível que passa pela polia. O coeficiente de atrito entre o plano inclinado e o bloco B é igual a 0,1. Despreze a massa da polia e determine, a força de tensão no fio. (Considere g = 9,8 m/s^2). ***Resp: 10,67 N***



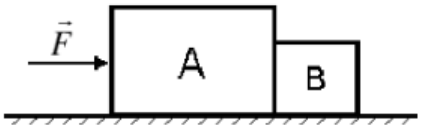
20. Num plano de inclinado encontra-se um bloco. Que coeficiente de atrito deve ser entre o plano e o bloco para levantar verticalmente, seria mais fácil do que puxar para cima ao longo do plano inclinado? O movimento em ambos os casos considere uniforme. O plano forma o ângulo de 60° com a horizontal. ***Resp: 0,27***

21. Um bloco de massa 5 kg encontra-se em repouso sore um plano inclinado que faz um angulo de 30º com a horizontal. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é igual a 0,2. Determine o valor menor da força para que o bloco não desça. ***Resp: 16,3 N***

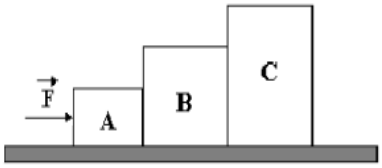
22. É dado um plano inclinado de 10 m de comprimento e 5 m de altura, conforme é mostrado na figura. Uma caixa, com velocidade inicial nula, escorrega, sem atrito, sobre o plano. Se g = 10m/s^2, o tempo empregado pela caixa para percorrer todo o comprimento do plano, é: ***Resp: a) 5 s; b) 3 s; c) 4 s; d) 2 s***



23. Os blocos A e B têm massas m_A = 5,0 kg e m_B = 2,0 kg e estão apoiados num plano horizontal perfeitamente liso. Aplica-se ao corpo A uma força horizontal F, de módulo 21 N. A força de contato entre os blocos A e B tem módulo, em Newtons: ***Resp: a) 21 N; b) 11,5 N; c) 9,0 N; d) 7,0N; e) 6,0 N***



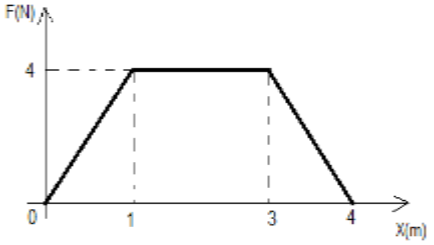
24. Três corpos A, B e C, de massas m_A = 2 kg, m_B = 6 kg e m_C = 12 kg, estão apoiados em uma superfície plana, horizontal e idealmente lisa. Ao bloco A é aplicada a força horizontal F = 10N. A força que B exerce sobre C vale, em newtons: ***Resp: a) 2 N; b) 4 N; c) 6 N; d) 1 N***



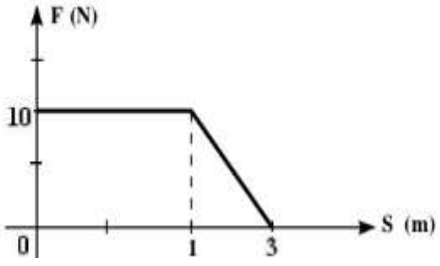
CAPÍTULO 3. TRABALHO E ENERGIA

- **TRABALHO DE UMA FORÇA. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA**

1. O gráfico representa a variação da intensidade da força F, que atua sobre um corpo de 2 kg de massa, em função do deslocamento x. Sabendo que a força F tem sentido do deslocamento, determine: a) A aceleração máxima adquirida pelo corpo, b) o trabalho total realizado pela força entre as posições x = 0 e x = 4 m. ***Resp: a) 2 m/s^2; b) 12 J***



2. O gráfico mostra como varia o módulo da força F, que está atuando sobre uma partícula, em função da posição da partícula. Se a partícula está se movendo em linha reta e se F actua na direção e no sentido da velocidade da partícula, o trabalho realizado por F, quando a partícula se desloca de d = 0 até d = 3 metros é, em joules, igual a: ***Resp: a) 5 b) 10 c) 15 d) 20***



3. Calcular o trabalho da força F que é necessário realizar para aumentar a velocidade de um corpo de massa de 1kg desde 2 m/s até 6 m/s num percurso de 10 m. A força de atrito de 2 N actua durante todo o percurso. ***Resp: 36 J***

4. Um vagão de 20 t de massa desloca-se com movimento uniforme retardado com a velocidade inicial de 54 km/h e, ao decorrer certo tempo, para sob ação da força de atrito de 6 N. Encontrar a distância percorrida pelo vagão até parar e o trabalho da força de atrito. ***Resp: 375 km; 2,25 MJ***

5. Um móvel de 1 t de massa sobe a velocidade constante um plano inclinado com um declive de 2 m para cada 50 m de percurso. O coeficiente de atrito é de 0,04. Determine o trabalho realizado pela força aplicada ao móvel no deslocamento de 1,5 km. (Adopte, g = 10 m/s^2). ***Resp: 1,19 MJ.***

6. Sobre um objeto de 10 kg em repouso, é realizado um trabalho de 320 J. Determine o módulo da velocidade final desse objeto após a aplicação dessa força. ***Resp: 8 m/s***

7. Qual é a variação da energia cinética de um objeto de massa m que se encontra sobre um plano horizontal quando sobre ele for aplicada uma força de intensidade 50 N que forma um ângulo de 60° com a horizontal e arrasta-o por 5 m? ***Resp: 125 J***

8. Um pacote de 5 kg desliza para baixo de uma rampa inclinada de 12° abaixo da horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre o pacote e a rampa é μ_c = 0,31. Calcule (a) o trabalho total realizado sobre o pacote. (b) se o pacote possui uma velocidade de 2,2 m/s no topo da rampa, qual é a velocidade depois de descer 1,5 m ao longo da rampa? ***Resp: a) -7 J; b) 1,4 m/s***

9. O avião ascende, e na altura de 5 km atinge a velocidade de 360 km/h. Em quantas vezes o trabalho realizado durante a ascensão contra a força de gravidade é maior do que o trabalho realizado para aumentar a velocidade do avião? ***Resp: 10***

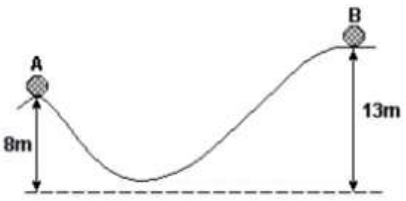
10. Imagine que você deixa cair (abandona) um objeto de massa m e de altura de 51,2 m. Determine a velocidade desse objeto ao tocar o solo. ***Resp: a) 50 m/s; b) 40 m/s; c) 32 m/s; d) 20 m/s***

11. Um garoto abandona uma pedra de massa 20 g do alto de um viaduto de 5 m de altura em relação ao solo. Considerando g = 10 m/s^2, determine a velocidade e a energia cinética da pedra ao atingir o solo. (Despreze os efeitos do ar). ***Resp: 10 m/s; 1 J***

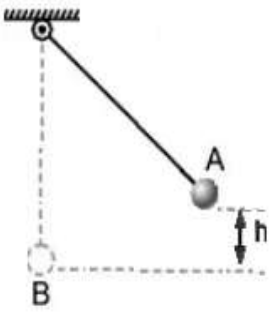
12. Do alto de uma torre de 61,6 m de altura, lança-se verticalmente para baixo, um corpo com velocidade de 8 m/s. Calcule a velocidade com que o corpo atinge o solo. Adote g = 10 m/s^2 e despreze os efeitos do ar. ***Resp: 36 m/s***

13. Um corpo de massa 0,5 kg é lançado, do solo, verticalmente para cima com velocidade de 12 m/s. Desprezando a resistência do ar e adotando g = 10 m/s^2, calcule a altura máxima, em relação ao solo, que o corpo alcança. ***Resp: 7,2 m***

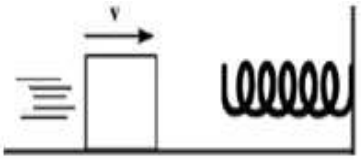
14. Com base na figura a seguir, calcule a menor velocidade com que o corpo deve passar pelo ponto A para ser capaz de atingir o ponto B. Despreze o atrito e considere g = 10 m/s^2. ***Resp: 10 m/s***



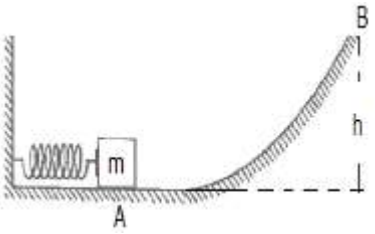
15. Uma esfera é suspensa por um fio ideal. Quando abandonada da posição A sem velocidade inicial, ela passa por B com velocidade de 6 m/s. Desprezando as resistências, determine o valor da altura h, de onde a esfera foi solta. Adote g = 10 m/s^2. ***Resp: 1,8 m***



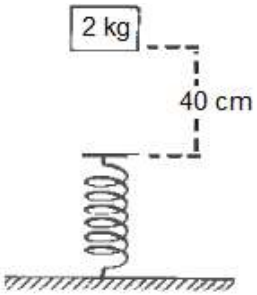
16. Um bloco de massa m = 0,80 kg desliza sobre um plano horizontal, sem atrito, e vai chocar-se contra uma mola de constante k = $2x10^3$ N/m, como mostra a figura ao lado. Sabendo que a velocidade do bloco, antes do choque é de 20 m/s, determine a máxima compressão sofrida pela mola. ***Resp: 0,40 m***



17. Um corpo de massa 5 kg que parte de repouso em A, é impulsionado por uma mola de constante elástica k = 10 kN/m. Determine o valor da deformação da mola x, sabendo que o corpo para em B a uma altura de 0,5 m. Considere g = 10 m/s^2. ***Resp: 7 cm***



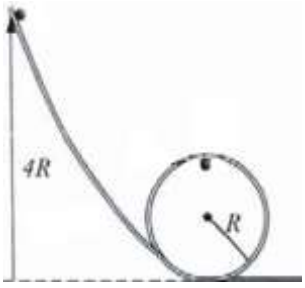
18. Deixa-se cair um bloco de 2 kg de uma altura de 40 cm sobre uma mola cuja constante é k = 1960 N/m. Determine a compressão máxima da mola. ***Resp: 0,10 m***



19. Uma pedra com massa de 0,12 kg esta presa a um fio de 0.8 m de comprimento, de massa desprezível, formando um pêndulo. O pêndulo oscila até um ângulo de 45° com vertical. Despreze a resistência do ar. (a) Qual é a velocidade da pedra quando ela passa pela posição vertical? (b) Qual é a tensão do fio nessa posição? ***Resp: (a) 2,14 m/s; (b) 1,86 N***

20. A altura máxima que sobe um pêndulo simples em relação a posição de equilíbrio é 80 cm. Que velocidade possui o pêndulo se a sua altura for de 50 cm. ***Resp: 2,45 m/s***

21. Uma esfera de massa m desliza, com atrito desprezível, ao longo de um trilho em laço, conforme a figura abaixo. A esfera parte do repouso no ponto 4R acima do nível da parte mais baixa do trilho. Mostra que o valor da velocidade da esfera é igual a: ***Resp:*** $\sqrt{4gR}$



- **QUANTIDADE DE MOVIMENTO. IMPULSO DE UMA FORÇA. CHOQUES/COLISÕES**

22. Um jogador de futebol efectua um chute sobre uma bola de 400 g, durante um tempo de 0,16 segundo, aplica-se sobre a bola uma força de 100 N. Determine o módulo da velocidade da bola imediatamente após a aplicação dessa força e marque a alternativa correta.
Resp: a) 40 m/s; b) 30 m/s; c) 60 m/s; d) 10 m/s

23. Uma força de 20 N atua num corpo de massa 5 kg que já estava em movimento com velocidade de 10 m/, durante 2 s. Determine: O impulso aplicado ao corpo pela força, b) A nova velocidade adquirida pelo corpo e c) A quantidade de movimento inicial e final.
Resp: 40 N.s; 18 m/s; 50 kg.m/s e 90 kg.m/s

24. Uma bola de massa 4 kg é chutada contra uma parede com velocidade de 15 m/s. Sabendo que ela faz ricochete, qual o impulso aplicado pela parede à bola. ***Resp: -120 N.s***

25. Uma granada que voava a velocidade de 10 m/s, explodiu, formando dois estilhaços um maior, cuja massa constitui 0,6 da massa total da granada, continua a mover-se na mesma direcção, mas com a velocidade de 25 m/s. Calcular a velocidade do estilhaço menor. ***Resp: -12.5m/s***

26. Duas esferas que se movimentam na mesma direção e sentido colidem e caminham juntas depois do choque, na direcção e sentido do movimento iniciais. Determine a velocidade final depois do choque, sabendo que: v_1 = 3 m/s; m_1 = 3 kg; v_2 = 2 m/s e m_2 = 2 kg. ***Resp: 2,6 m/s***

27. Um corpo de massa m_1 = 8 kg e velocidade de 3 m/s choca com um outro corpo que esta parado de massa m_2 = 4 kg. Apos o choque, movem-se juntos e as forças de atrito são desprezíveis. A velocidade comum apos o choque é igual a: ***Resp: 2 m/s***

28. Duas partículas de massa 10 g e 20 g movimentam-se num plano horizontal ao encontro uma da outra, com velocidade de 3m/s e -2m/s. Determinar as velocidades das partículas depois do choque elástico delas.

29. Um corpo de 3 kg de massa, move com a velocidade de 4 m/s e choca com um corpo fixo de massa igual. Considerando que o choque é central e não elástico, achar a quantidade de calor libertado durante o choque. ***Resp: 12 J***

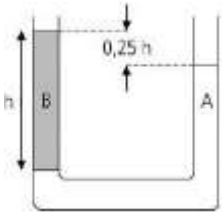
30. Um pêndulo balístico de massa M = 1,4 kg utilizado para medir a velocidade de projécteis. Uma bala de massa m = 10 g entra o pêndulo com a velocidade horizontal, ficando incrustada. Ele sobe a uma altura h = 10 cm relativamente a posição de equilíbrio. Determine a velocidade da bala.
Resp: 197,4 m/s

31. A força *F = (10 + 2t) N*, age sobre um corpo de massa 10 kg. a) Determine a varição da quantidade de movimento e a velocidade do corpo após 4 s, assim como o impulso transmitido ao corpo; b) Durante quanto tempo a força deverá agir sobre o corpo para que o seu impulso seja de 200 Ns?
Resp: (a) 56 kgm/s; 5,6 m/s; 56 Ns; (b) 10 s

CAPÍTULO 4. MECÂNICA DOS FLUIDOS

- **EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA HIDROSTÁTICA. TEOREMA DE STEVIN**

1. Num dos ramos de um tubo em U aberto de ambas as extremidades (dois vasos comunicantes da mesma área de secção transversal) encontra-se a água, noutro, o óleo de densidade de 0,79 g/ml. A superfície de separação dos líquidos encontra-se no ponto inferior do tubo e a altura da coluna do óleo e igual a 18 cm. Qual e a altura da coluna da agua? ***Resp: 14,2 cm***



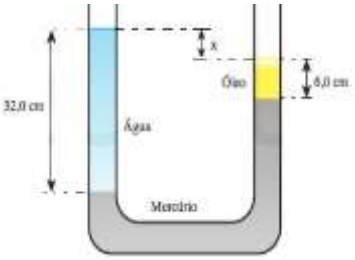
2. Num tubo em U (manómetro de liquido) aberto em ambas as extremidades inicialmente encontra-se a água (densidade igual a 1 g/cm^3). Na outra parte dele (num joelho) deita-se um líquido que não se mistura com a água. No outro joelho a água sobe de 10,4 cm em relação ao seu nível inicial e o seu nível novo fia de 7,8 cm acima do nível do líquido deitado. Determine a densidade desse líquido. ***Resp: 1,60 g/cm^3***

3. Um tubo em U aberto de ambas as extremidades encontra-se a água. Num dos ramos deita-se um líquido imiscível com a água. Noutro ramo a água sobe de 8,3 cm e o seu nível fica de 2,1 cm acima do nível do líquido deitado. Determine a densidade do líquido? ***Resp: 1,14 g/ml***

4. Num tubo em U aberto em ambas extremidades encontra-se a água. Em ramos deita-se líquidos imiscíveis com a água, num dos ramos, de densidade 0,95 g/ml, noutro, de densidade 0,78 g/ml. A altura da colina dos dois líquidos deitados nos ramos e de 25 cm. Qual e a diferença de níveis de água os ramos? ***Resp: 4,25 cm***

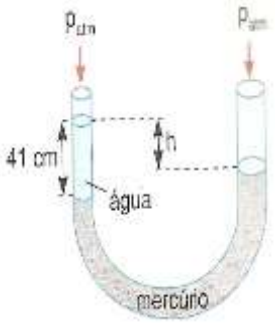
5. Num vaso aberto há dois líquidos imiscíveis A e B. O líquido A esta acima do líquido B. As densidades dos líquidos são respectivamente, 0,8 g/ml e 1,0 g/ml, as alturas destes são respectivamente, 2,5 m e 4,2 m. Determine a pressão sobre o fundo do vaso se a pressão atmosférica dele seja de 100 kPa. Considere g = 10 m/s^2. ***Resp: 162 kPa***

6. Um tubo em U, longo, aberto nas extremidades, contém mercúrio de densidade 13,6 g/cm^3. Em um dos ramos coloca-se água, de densidade 1,0 g/cm^3, até ocupar uma altura de 32 cm. No outro ramo coloca-se óleo, de densidade 0,8 g/cm^3, que ocupa altura de 6,0 cm. O desnível entre as superfícies livres nos dois ramos, em cm, é de:
Resp: a) 38; b) 28; c) 24; d) 20 e e) 15

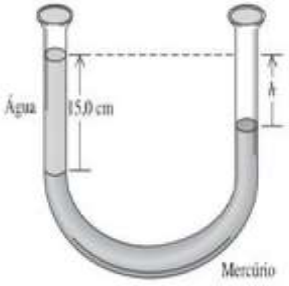


7. Um fluido A, de massa específica ρA e colocado em tubo curvo aberto, onde já existe um fluido B, de massa específica ρB. Os fluidos não se misturam e, quando em equilíbrio, B preenche uma parte de altura h do tubo. Nesse caso, o desnível entre as superfícies dos fluidos, que se encontram a pressão atmosférica e de 0,25h. A figura ilustra a situação descrita. Considerando que as interações entre os fluidos e o tubo sejam desprezáveis, pode-se afirmar que a razão ρB/ρA é:
Resp: a) 0,75; b) 0,80; c) 1,0 e d) 1,5

8. Num tubo em U estão em equilíbrio dois líquidos imiscíveis (água e mercúrio), como mostra a figura. Sabendo que a densidade da água e 1,0 g/cm^3 e a densidade do mercúrio e 13,6 g/cm^3, calcule o desnível h entre as superfícies livres dos dois líquidos. ***Resp: 37,98 cm***



9. Um tubo em forma de U está aberto em ambas as extremidades e contém uma porção de mercúrio (13,6 g/cm^3). Uma quantidade de água é cuidadosamente derramada na extremidade esquerda do tubo até que altura da coluna de água seja igual a 15,0 cm. a) Qual é a pressão manométrica na interface água-mercúrio? b) Calcule a distância vertical h entre o topo da superfície do mercúrio do lado direito e o topo da superfície da água do lado esquerdo. ***Resp: a) 1470 Pa; b) 13,9 cm.***



- **IMPULSÃO NOS LÍQUIDOS. LEI DE ARQUIMEDES**

10. Um corpo pesa no ar 3,84 N. Num líquido de densidade 1,63 g/ml o seu peso aparente e de 1,52 N. Determina a densidade do corpo. ***Resp: 2,78 g/ml***

11. Um corpo de densidade de 7,8 g/cm^3 pesa no ar 5,8 N. Num liquido o peso aparente e de 4,6 N. Determina a densidade do líquido. ***Resp: 1,61 g/cm^3***

12. Um corpo rígido esta mergulhado na água e fica sujeito a impulsão de 50 N. Qual e o volume do corpo. ***Resp: 5 l***

13. Um corpo jogado na água constata-se que flutua ficando 2/3 do seu volume emerso. Qual a densidade deste corpo em g/cm^3. ***Resp: 0,33***

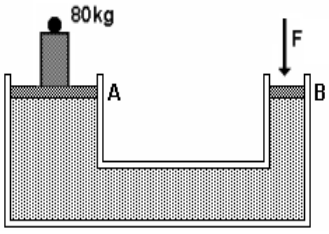
14. Quando flutua em álcool de densidade de 0,60 g/ml, um corpo permanece com a metade do seu volume submerso. Esse mesmo corpo flutua em outro líquido com 1/4 do seu volume submerso. Determine a densidade do segundo líquido. ***Resp: 1,2 g/ml***

15. Um corpo esta mergulhado num liquido, de tal forma que a razão do volume das partes imersas e emersa e de 3/4. Quantas vezes a densidade do corpo e menor que a do líquido.
Resp: a) 2/3; b) 3/7; c) 3/5; d) 4/5; e) 1/2; f) outro

16. Um cilindro flutua verticalmente disposto num sistema constituído por dois líquidos imiscíveis: óleo, cuja densidade e igual a 0,80 g/cm^3 e a agua cuja densidade e igual a 1,0 g/cm^3. Verifica-se que a um equilíbrio quando 20 % da altura do cilindro estão imerso na água. Determine a densidade do cilindro. ***Resp: 0,84 g/cm^3***

17. Uma esfera de massa 50 kg e de densidade de 2500 kg/m^3, esta em equilíbrio mergulhada num liquido de densidade de 8x10^2 kg/m^3 e sustentada por um fio ideal. Determine a intensidade da tracção no fio. Considerando g = 10m/s^2. ***Resp: 340 N***

- **LEI DE PASCAL. PRENSA HIDRÁULICA**



18. Dispõe-se de uma prensa hidráulica conforme o esquema a seguir, na qual os êmbolos A e B, de pesos desprezíveis, têm diâmetros respectivamente iguais a 40 cm e 10 cm. Considere que g = 10 m/s^2. Se desejarmos equilibrar um corpo de 80 kg que repousa sobre o êmbolo A, deveremos aplicar em B a força perpendicular F, de intensidade:
Resp: a) 5,0 N; b) 10 N; c) 20 N; d) 25 N e) 50 N

19. Numa prensa hidráulica uma força de 100 N é exercida no pistão de menor área, para se erguer uma carga no pistão maior, de área 5 vezes maior que a do pistão menor. Qual a intensidade da força que deve ser aplicada no pistão de maior área? ***Resp: 500 N***

20. Um macaco hidráulico consiste de dois pistões conectados por um tubo. O pistão maior tem um metro de diâmetro e o menor 10 cm de diâmetro. Qual e a força mínima que deve ser aplicada no pistão menor para que sob o maior seja suspenso um automóvel de 1t. ***Resp: 100 N***

21. Um macaco hidráulico tem êmbolos circulares de diâmetros 3,80 cm e 53,0 cm. Quanto vale a força que deve ser aplicada ao êmbolo pequeno para equilibrar uma força de 20,0 kN sobre o êmbolo grande? ***Resp: 103 N.***

22. Numa prensa hidráulica, o êmbolo menor tem raio 10 cm e o êmbolo maior, raio 50 cm. Se aplicarmos no êmbolo menor uma força de intensidade de 20 N, deslocando-a 15 cm, qual é a intensidade da força no êmbolo maior e seu deslocamento. ***Resp: 500 N; 0,6 cm.***

CAPÍTULO 5. TEÓRIA CINÉTICA DOS GASES

- **EQUAÇÃO GERAL DOS GASES PERFEITOS**

1. Um compressor de ar usado para fazer pinturas em automóveis tem um tanque de capacidade 0,40 m^3 que contem ar a uma temperatura de 27 ^{0}C a 6 atm. Quantos mols de ar têm no tanque? ***Resp: 97,5 moles***

2. 6x10^{22} moléculas de um gás ideal são armazenados em um tanque de 0,5 atm a 37 ^{0}C. Determine o volume do tanque (em metro cúbico) e a pressão (em atmosfera) quando a temperatura aumenta para 152 ^{0}C. ***Resp: 5,1x10^{-3} m^3 e 0,69 atm***

3. A melhor pressão no vácuo que se atinge num laboratório é cerca de 5x10^{-18} Pa a uma temperatura de 293 K. Quantas moléculas possui por centímetro cúbico desse vácuo? ***Resp: 1,2x10^{-3}/cm^3***

4. Se elevar a temperatura de um gás 1,4 vezes o seu volume aumentar-se-á de 40 cm^3. Calcule o volume inicial. ***Resp: 100 cm^3***

5. 4 moles de um gás ideal estão em uma caixa cubica e rígida, com 0,3 m de lado. Qual é a força que o gás exerce sobre cada um dos seis lados quando a temperatura do gás é 35 ^{0}C? (Considere R = 8,31 J/mol.K). ***Resp: 34,12 kN***

6. Uma garrafa contém nitrogênio a -3 ^{0}C e 10 atm de pressão. Determine a pressão do gás nela aprisionado se a temperatura se elevar para 64,5 ^{0}C. ***Resp: 12,5 atm***

7. Numa transformação isotérmica a pressão de um gás aumentou-se 1,5 vezes e o volume diminui-se de 30 ml. Qual foi o volume inicial. ***Resp: 90 ml***

8. Durante a compreensão isotérmica o volume de um gás diminui-se de 8,0 l a 5,0 l e a pressão elevou-se de 60 kPa. Achar a pressão inicial. ***Resp: 100 kPa***

9. Que volume ocupa um gás com a temperatura de 77 °C se com a temperatura de 27 °C o seu volume será de 6 l. ***Resp: 7,0 l***

10. Numa transformação o gás duplica a sua pressão. O seu volume reduziu-se de 110 l e a temperatura baixa de 10%. Qual o volume inicial do gás. ***Resp: 200 l***

11. Num cilindro de motor diesel a temperatura inicial do ar foi de 50 °C. Achar a temperatura final do ar se o seu volume se diminui 17 vezes e a pressão se aumenta 50 vezes. ***Resp: 677°C***

12. Se a temperatura absoluta de um gás perfeito se eleva 2 vezes a pressão aumenta de 25%. Quantas vezes variam o volume? ***Resp: 1,6 vezes***

13. Se um gás duplicar o seu volume e a pressão dele diminui-se de 120 kPa e a temperatura, de 20%. Qual e a pressão inicial? ***Resp: 200 kPa***

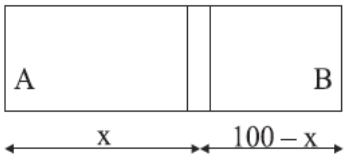
14. A pressão de um gás com a temperatura de 27 °C num recipiente fechado foi de 75 kPa. Qual será a pressão do gás se a temperatura baixar até 13 °C. ***Resp: 65 kPa***

15. Qual foi a temperatura inicial de um gás num recipiente fechado se durante o aquecimento de 140 K a pressão aumentou-se 1,5 vezes? ***Resp: 7 °C***

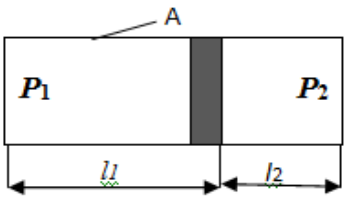
16. Um gás perfeito com a pressão de 0,2 MPa e a temperatura de 15 °C ocupa o volume de 5 l. Que volume ocupará esse gás nas condições normais? ***Resp: 9,4 L***

17. Se um gás reduzir o seu volume duas vezes a pressão dele eleva-se de 120 kPa e a temperatura, de 10%. Qual e a pressão inicial? ***Resp: 100 kPa***

18. Um tubo fechado nas extremidades, com comprimento de 100 cm; tem um pistão móvel no seu interior, que o separa em duas regiões. A secção transversal do tubo é constante. Na região A existe 1 mol de hidrogênio a 300 K, enquanto que na região B existem 2 moles de nitrogênio a 600 K. Determine a posição de equilíbrio do pistão. ***Resp: 20 cm***



19. Um Cilindro de área de secção transversal A é partido, por meio de um êmbolo, em duas partes de comprimento l_1 = 30 cm e l_2 = 20 cm (veja a figura). A pressão P_1 é 5 vezes menor do que a pressão P_2. Admitindo que o êmbolo se desloca sem atrito determine o seu deslocamento quando se atinge o estado de equilíbrio. ***Resp: 18,5 cm.***



20. Num cilindro fornecido de êmbolo móvel encontra-se o azoto de parâmetros: P = 1,0 MPa, V = 50 l, T = 300 K. O deslocamento do êmbolo realiza-se de maneira que a pressão do gás mantêm-se constante. Para isso, no decorrer do aquecimento uma parte de gás de massa de 0,36 kg escapa-se. Calcule o volume final do gás se a temperatura final for de 315 K. ***Resp: 19 l***

21. Num recipiente esta 7,22 kg do oxigénio a 320 K de pressão de 15 MPa. No decorrer do arrefecimento a 259 K do recipiente escapou-se 2,22 kg do gás. Determine a pressão do gás no estado final. ***Resp: 8,4 MPa***

CAPÍTULO 6. TERMODINÂMICA

- **CALORIMETRIA. QUANTIDADE DE CALOR. DIAGRAMAS DE ESTADOS DOS GASES PERFEITOS**

1. Para aquecer 1 kg de uma substancia de 10 ^{0}C a 60 ^{0}C, foram necessária 400 cal. Determine: a) o calor específico do material, b) a capacidade térmica da substância.
   Resp: a) 0,008 cal/g.^{0}C; b) 8 cal/^{0}C

2. Um bloco de ferro de 10 cm^3 é resfriado de 300 ^{0}C para 0 ^{0}C. Quantas calorias o bloco perde para o ambiente? Dados: densidade do ferro igual a 7,88 g/cm^3 e calor específico do ferro igual a 0,11 cal/g.^{0}C. ***Resp: - 2590,5 cal***

3. Ao receber 3000 cal, uma sustância de 150 g aumenta sua temperatura em 20 ^{0}C, sem mudar de fase. Qual o calor específico dessa substancia desse corpo? e que tipo de substancia se trata.
   Resp:

4. Em uma cozinha, uma cafeteira elétrica com 1 l de água ferve. Para que ela pare, são adicionados 500 ml de água à 10 ^{0}C. Qual a temperatura do equilíbrio do sistema? (sendo, Ca = 1 cal/g. ^{0}C)
   Resp: 70 ^{0}C

5. 60 g de um líquido, à temperatura de 10 ^{0}C, são misturados com 40 g do mesmo líquido, à temperatura de 50 ^{0}C. Qual será a temperatura final da mistura admitindo-se que não haja trocas de calor com o recipiente e com o meio exterior? ***Resp: 26 ^{0}C***

6. Um bloco de um material desconhecido de massa 1 kg encontra-se à temperatura de 80 ^{0}C, ao ser encostado em outro bloco do mesmo material, de massa de 500 g e que esta em temperatura ambiente (20 ^{0}C). Qual a temperatura que os dois alcançam em contacto? Considere que os blocos estejam em um calorímetro. ***Resp: 60 ^{0}C***

7. Numa garrafa térmica, há 100 g de leite à temperatura de 90 ^{0}C. Nessa garrafa são adicionados 20 g de café solúvel à temperatura de 20 ^{0}C. O calor específico do café vale 0,5 cal/g. ^{0}C e o do leite vale 0,6 cal/g. ^{0}C. Determine a temperatura final do café com leite. ***Resp: 80 ^{0}C***

8. Em um calorímetro de cobre com massa igual a 100 g, a 20 ^{0}C, são adicionados 20 g de água a 100 ^{0}C juntamente com um corpo de ferro a 30 ^{0}C. Sabendo que a temperatura de equilíbrio é de 50 ^{0}C, qual é a massa do corpo de ferro? Dados C_{cu} = 0,09 cal/g. ^{0}C, C_{Fe} = 0,1 cal/g. ^{0}C e C_a = 1 cal/g.^{0}C. Nota: 1 cal = 4,19 J. ***Resp: 365 g***

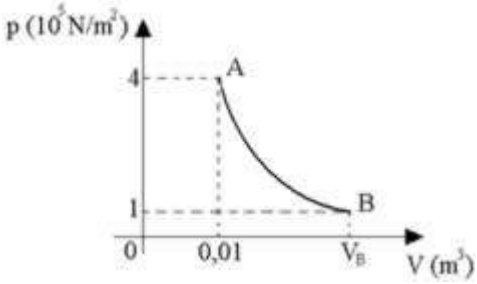
9. Em um calorímetro de cobre com massa igual a 100 g, a 20 ^{0}C, são adicionados 20 g de água a 100 ^{0}C juntamente com 25 g de um corpo metálico a 90 ^{0}C. Sabendo que a temperatura de equilíbrio é de 50 ^{0}C, determine o calor específico do corpo metálico. ***Resp: 0,73 cal/g. ^{0}C***

10. Inicialmente 48 g de gelo a 0 ^{0}C são colocados num calorímetro de alumínio de 2 g, também a 0 ^{0}C. Em seguida, 75 g de água a 80 ^{0}C são depositados dentro do recipiente. Calcule a temperatura final do conjunto. (Dados calor latente do gelo 80 cal/g; calor específico da água 1 cal/g. ^{0}C e calor específico do alumínio 0,22 cal/g. ^{0}C) ***Resp: 17,5 ^{0}C***

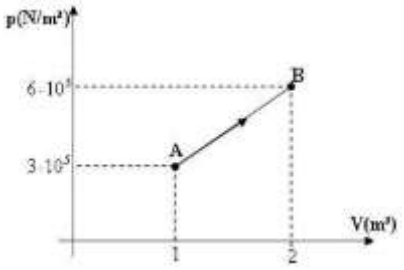
11. Determine o calor necessário para transformar 100 g de gelo a -10 ^{0}C em 100 g de vapor a 100 ^{0}C. Faça também o gráfico da temperatura em função da quantidade de calor das transformações. Dados: calor específico do gelo: cg = 0,5 cal/ g. ^{0}C; calor latente de fusão: L_F = 80 cal/g; calor específico da água: ca = 1 cal/g. ^{0}C; calor latente de vaporização: Lv = 540 cal/g. ***Resp:***

12. Um gás é submetido a um processo sob pressão constante de 400 Pa e sofre uma redução do seu volume em 0,25 m^3. Determine: a) O trabalho realizado pelo sobre o gás; b) A variação da energia interna e c) A quantidade de calor cedido ou absorvido pelo gás.
    Resp: - 100 J; b) - 150 J; c) 250 J (cedido)

13. Uma determinada massa gasosa sofre uma transformação isotérmica, conforme ao diagrama p-V, e recebe do meu externo, em forma de calor, 200 J. Dada a constante universal dos gases R = 8,31 J/mol. K, determine respetivamente o volume final, a variação da energia interna e o trabalho realizado pelo gás e marque a alternativa correcta. ***Resp: a) 0,04 m³, 200 J, 100 J; b) 0,04 m³, 10 J, 5 J; c) 0,04 m³, 0 J, 3200 J; d) 0,04 m³, 0 J, 2000 J; e) 0,04 m³, 200 J, 200 J***

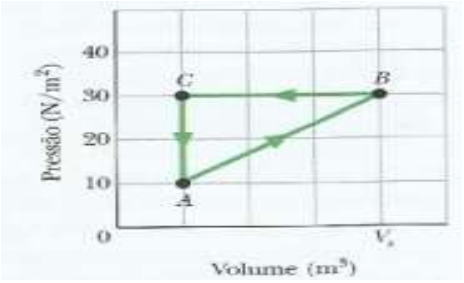


14. O gráfico ao lado ilustra uma transformação, 100 moles de gás ideal monoatômico recebem do meio exterior uma quantidade de calor 1,8 MJ. Dado R = 8,31 J/mol.K. Determine: a) o trabalho realizado pelo gás, b) a variação da energia interna do gás e c) a temperatura do gás no estado A.
Resp: ***a) 4,5x10⁵ J; b) 13,5x10⁵ J e c) 361 K***



15. Um gás perfeito, inicialmente à temperatura T = 300 K, volume V_1 = 4,5 m^3 e pressão p = 42,0 Pa, sobre uma expansão isotérmica passando ao volume V_2 = 9,0 m^3 e daí uma compressão isobárica voltando ao volume inicial V_1. a) Calcule a temperatura e a pressão do gás no estado final. b) Desenhe os diagramas p-T, p-V e V-T correspondentes. ***Resp: a) 21 Pa; 150 K***

16. Um gás em uma câmara fechada passa pelo ciclo mostrado no diagrama p – V da figura ao lado. A escala do eixo horizontal é definida por V_s = 4 m^3. Calcule a energia adicionada ao sistema na forma de calor durante um ciclo completo. ***Resp: - 30 J***



17. Considere uma transformação isobárica do hidrogénio de massa 200 g de temperatura de 0°C a 100°C. Calcular a energia interna do gás, o trabalho realizado pelo gás e a quantidade de calor absorvida. ***Resp: a) 210 kJ; b) 83 kJ; c) 290 kJ***

CAPÍTULO 7. ELECTRICIDADE

- **LEI DE COULOMB. FORÇA ELÉCTRICA**

1. Duas cargas pontuais estão localizadas sobre o eixo Oy do seguinte modo: q_1 = – 1,5 nC no ponto y = – 0,6 m; e a carga q_2 = 3,2 nC na origem (y = 0). Qual é a força resultante (módulo, direcção e sentido) que essas duas cargas exercem sobre uma terceira carga q_3 = 5 nC, localizada no ponto y = – 0,4 m? ***Resp: – 2,58 μN***

2. Duas esferas carregadas de massa de 0,2 g são suspensas a um fio de modo que a distância entre elas é de 3 cm. Qual a tensão nas partes do fio: entre o ponto de suspensão e a próxima carga, entre as cargas se cada esfera possui a carga de 10 nC. Considere dois casos: a) As cargas do mesmo sinal; b) As cargas do sinal oposto. ***Resp: a) 4 mN e 3 mN; b) 4 mN e 1 mN.***

3. A distância entre duas cargas pontuais de 90 nC e 10 nC é igual a 4 cm. Em que ponto em relação à primeira carga é necessário colocar uma carga pontual para que ela se encontre em estado de equilíbrio? ***Resp: 3 cm***

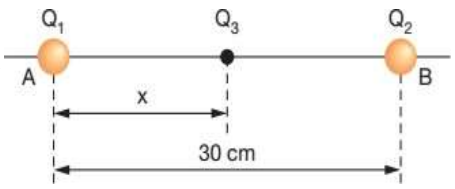
4. A distância entre duas cargas pontuais de 10 nC e 16 nC é igual a 7 mm. Que força actuará na terceira carga de 2 nC situada à distância de 3 mm da carga menor e a 4 mm da carga maior? ***Resp: 2 mN***

5. A distância entre duas cargas pontuais de 100 nC e 20 nC é igual a 8 cm. Que força actua sobre a terceira carga de – 50 nC situada no ponto médio da linha que une as cargas? A constante eléctrica é $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m. ***Resp: 22 mN***

6. A distância entre duas cargas pontuais de 40 nC e – 20 nC é igual a 12 cm. Que força actua sobre a terceira carga de 10 nC situada no ponto médio da linha que une as cargas? A constante eléctrica é $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m. ***Resp: 1,5 mN***

7. A distância entre duas cargas pontuais fixas de valores de $q_1 = 9q$ e $q_2 = -q$ é igual a 50 cm. Uma terceira carga q_3 pode deslocar-se ao longo da recta que atravessa as cargas q_1 e q_2. Qual a posição da carga q_3 em relação a carga q_1 para que a carga q_3 estiver em equilíbrio? ***Resp: 75 cm***

8. Duas cargas eléctricas pontuais estão fixas nos pontos A e B, distantes 30 cm com $Q_1 = 4$nC. Que valor deve ter a carga Q_2 para que uma terceira carga pontual $Q_3 = 2$ nC a ser colocada naposição $x = 16\ cm$ fique em equilíbrio. ***Resp:***



- **CAMPO ELÉCTRICO**

9. Duas cargas pontuais, 5 µC e – 10 µC estão separadas uma da outra de 1 m. Determine o ponto em que o campo eléctrico resultante é igual a zero. ***Resp: 2,4 m***

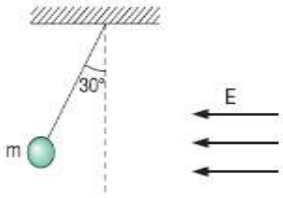
10. Duas cargas pontuais: 60 nC e $-$ 30 nC distam de 20 cm e estão no eixo dos xx sendo a carga positiva, na origem do referencial. Determine a coordenada do ponto x em que a intensidade do campo eléctrico resultante é nulo. ***Resp: 68 cm***

11. Duas cargas pontuais: 50 nC e $-$30 nC distam de 10 cm e estão no eixo dos xx sendo a carga positiva, na origem do referencial. Determine a coordenada do ponto x em que a intensidade do campo eléctrico resultante é nulo. ***Resp: 44 cm***

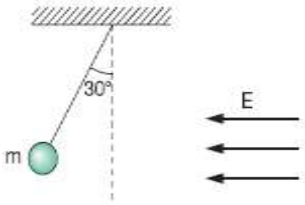
12. Duas cargas pontuais de 7,5 nC e –14,7 nC, estão separadas a uma distância igual a 5 cm. Determinar a intensidade do campo eléctrico no ponto que se encontra a 3 cm da primeira carga e a 4 cm da segunda carga. ***Resp: 111,6 kV/m***

13. Um campo eléctrico é criado por duas cargas pontuais de 30 nC e – 10 nC sebaradas de 20 cm. Determine a intensidade do campo eléctrico no ponto a 15 cm da primeira carga e a 10 cm da segunda carga. ***Resp: 16,7 kV/m***

14. Uma carga eléctrica de 1μC suspensa de um fio inextensível e sem massa está equilibrada, na posição mostrada na figura, pela acção de um campo electrostático de intensidade 10^7 V/m. O ângulo formado entre o fio e a direção vertical é de 30º. O valor da tensão no fio será de: ***R: a) 20 N; b) 120 N; c) 1 N; d) 1,4.10² N; e) 2 N***

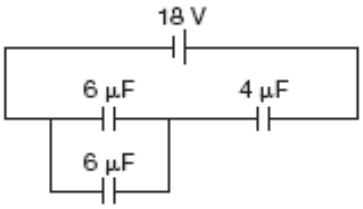


15. Uma esfera de massa de 20 g e de carga 5.0 μC encontra-se em equilíbrio suspensa por um fio isolante, de massa desprezável, que forma um ângulo α = 30º com a vertical, sob a acção de um campo eléctrico uniforme (veja a figura). Determine o valor de intensidade do campo eléctrico. ***Resp: 23 kV/m***

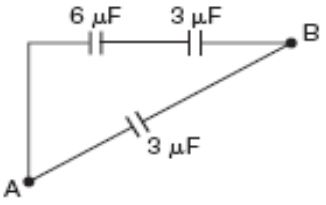


- **CONDENSADORES OU CAPACITORES**

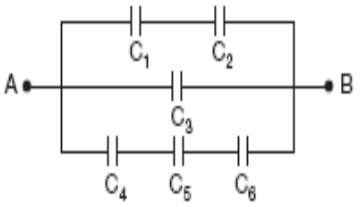
16. Na associação dada, a ddp entre as armaduras do capacitor de 4 μF é: ***Resp: a) 3,0 V; b) 9,0 V; c) 4,5 V; d) 13,5 V; e) 6,0 V***



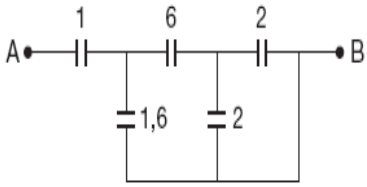
17. Na figura aplica-se entre os pontos A e B uma ddp de 100 V. A energia potencial eléctrica armazenada na associação dos capacitores vale: ***Resp: a) 7,5.10⁻¹ J; b) 7,5.10⁻³ J; c) 2,5.10⁻² J; d) 5,0.10⁻² J; e) 2,0.10⁻²J.***



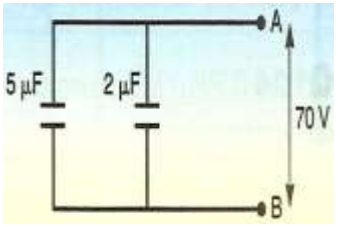
18. Dada à associação da figura, determine a carga armazenada pelo capacitor equivalente. Dado U_{AB} = 10 V C_1 = 2,0 μF, C_2 = 3,0 μF, C_3 = 1,0 μF, C_4 = 4,0 μF, C_5 = 5,0 μF, C_6 = 6,0 μF. ***Resp: 38 μC***



19. O esquema representa uma associação de capacitores submetida à tensão U entre os pontos A e B. Os números indicam as capacidades dos condensadores associados, medidas em microfarads. A capacidade equivalente da associação é em microfarads:
Resp: a) 3,2; b) 1,8; c) 1,6; d) 0,8; e) 2,4



20. Da associação figura ao lado, calcule: (a) a capacidade da associação equivalente; (b) a carga de cada capacitor; (c) a energia armazenada na associação; (d) a carga total armazenada. ***Resp: a) 7 μF; b) 3,5.10⁻⁴ C e 1,4.10⁻⁴ C; c) 1,715.10² J; d) 4,9.10⁻⁴ C.***



- **CORRENTE ELÉCTRICA CONTÍNUA. RESISTÊNCIA ELÉCTRICA. LEI DE OHM. GERADORES E RECEPTORES ELÉCTRICOS**

21. O trecho de um circuito eléctrico é constituído por um fio de aço de comprimento de 2 m e de 0,48 mm^2 de área e por outro fio de niquelina de 1 m de comprimento e de 0,21 mm^2 de área ligados em série. Que tensão é preciso manter nas extremidades desse trecho para ter o valor de intensidade de corrente igual a 0,6 A? As resistências específicas do aço e da niquelina, respectivamente, são iguais a $12 \cdot 10^{-8}$ Ωm e $42 \cdot 10^{-8}$ Ωm. ***Resp: 1,5 V***

22. Um fio de cobre de massa de 0,21 kg tem a resistência de 0,83 Ω. Determine o comprimento e a área da secção transversal do fio. A densidade do cobre é de 8,9 g/cm^3, a resistência específica é de $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ωm. ***Resp: 34 m e 0,70 mm^2***
23. Determine a intensidade do campo eléctrico no interior de fio de alumínio de 1,4 mm^2 de secção com a corrente eléctrica de intensidade de 1 A. A resistência específica do alumínio é igual a $2,8 \cdot 10^{-8}$ Ωm. ***Resp: 0,02 V/m***

24. Um galvanómetro tem a resistência de 200 Ω e pode medir a corrente máxima de intensidade de 0,1 mA. Que resistência é preciso ligar com ele para medir: (a) A tensão de 2 V? (b) A intensidade de 10 mA? ***Resp: a) 20 kΩ; b) 2,0 Ω***

25. A uma fonte de energia eléctrica com a força electromotriz (fem) de 12 V e a resistência interna de 1 Ω está ligado um reostato de 5 Ω. Determine a intensidade da corrente no circuito e a tensão nos bornes da força. ***Resp: 2 A e 10 V***

26. Se ligar uma lâmpada com uma fonte de energia eléctrica com fem de 4,5 V o voltímetro indica o valor de 4,0 V e o amperímetro, 0,25 A. Qual a resistência interna da fonte? ***Resp: 2,0 Ω***

27. Se ligar a resistência de 16 Ω com uma fonte de energia eléctrica a intensidade de corrente nesse circuito é de 1,0 A, se ligar a resistência de 8,0 Ω com a mesma fonte a intensidade será de 1,8 A. Determine a fem e a resistência interna da fonte. ***Resp: 18 A e 2,0 Ω***

28. Determine a resistência interna e a fem de uma fonte de energia eléctrica se com a intensidade de corrente igual a 30 A parte externa do circuito consome a potência de 180 W e para a intensidade de 10 A essa potência é de 100 W. ***Resp: 0,2 Ω e 12 V***

29. Um circuito é constituído por uma bateria de fem de 12 V e por um consumidor de resistência eléctrica de 2 Ω determina o valor da resistência interna da bateria se a potência do consumidor for 50 W. ***Resp: 0,4 Ω***

30. Uma fonte de energia liga-se num caso com condutor com resistência eléctrica de 25 Ω noutro caso, com condutor de resistência eléctrica 4 Ω em ambos os casos a quantidade de calor cedida pelo condutor por unidade de tempo é a mesma qual a resistência interna da fonte de energia eléctrica. ***Resp: 10 Ω***

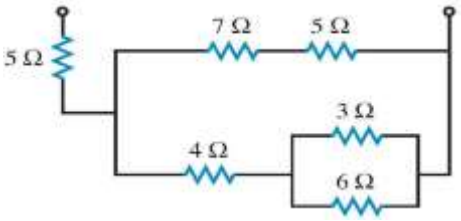
31. Uma fonte de energia eléctrica de fem de 30 V e resistência de 1,5 Ω é ligado um electroimân a queda de tensão nele é igual a 21 V. Determine a intensidade da corrente neste circuito. ***Resp: 6 A***

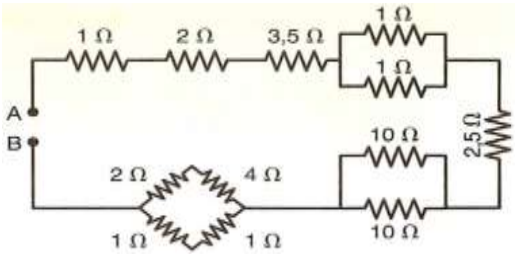
32. Um circuito eléctrico tem três condutores associados em série que são ligados a uma fonte de corrente de tensão de 24 V a resistência do primeiro condutor é igual a 4 Ω e a do segundo 6 Ω a queda de tensão nos extremos do terceiro condutor é de 4 V. Determine a resistência do terceiro condutor. ***Resp: 2 Ω***

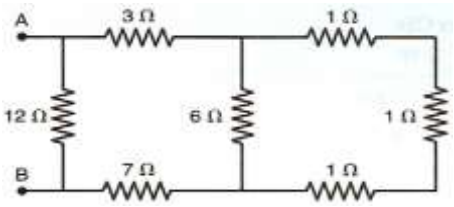
33. A intensidade do campo eléctrico num fio de cobre de diâmetro de 1,0 mm é igual a 21,4 mV/m. Determine a intensidade da corrente eléctrica que o percorre. A resistência específica do cobre é igual a $1{,}68\cdot10^{-8}$ Ωm. ***Resp: 1,00 A***

- **ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES E LEI DE OHM GENERALIZADA**

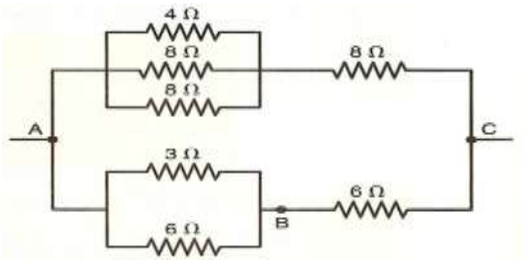
34. Calcular a R_{eq} da associação. ***Resp: 9 Ω***
35. Calcule a resistência equivalente entre os pontos A e B das seguintes associações. ***Resp: Primeiro circuito16 Ω; segundo circuito 6 Ω.***



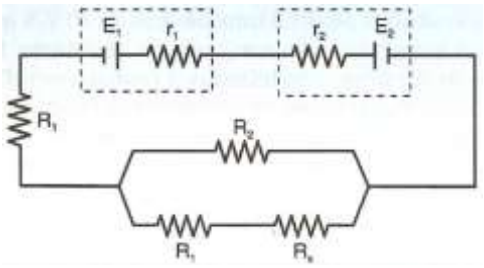




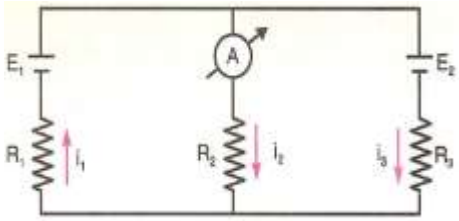
36. A figura ilustra uma associação de resistores. Sabendo que a corrente que passa pelo resistor de 4 Ω é de 2 A, determine a ddp aplicada entre os pontos A e B. ***Resp: 10 V***



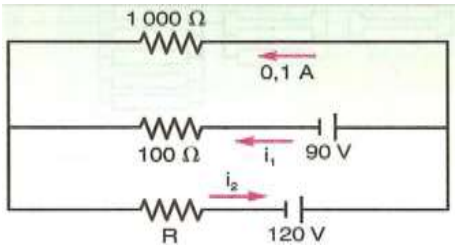
37. No circuito, determine o valor de R_x a fim de que a corrente total, fornecida pelas baterias seja igual a 2 A. Dados E_1 = 48 V, E_2 = 4 V, r_1= 1,2 Ω, r_2 = 0,8 Ω, R_1 = 10 Ω, R_2 = 20 Ω. ***Resp: 10 Ω***



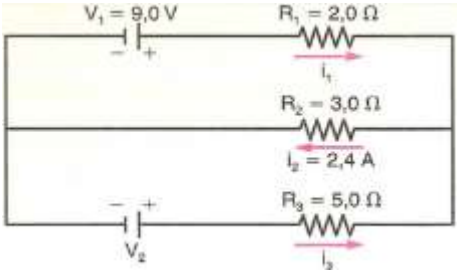
38. No circuito da figura, determine o valor da intensidade da corrente i_2, que será lida no amperímetro A, supondo-o ideal (isto é, com resistência interna nula). Dados E_1 = 100 V, E_2 = 52 V, R_1= 4 Ω, R_2 = 10 Ω, R_3 = 2 Ω, i_1 = 10 A. ***Resp: 6 A***



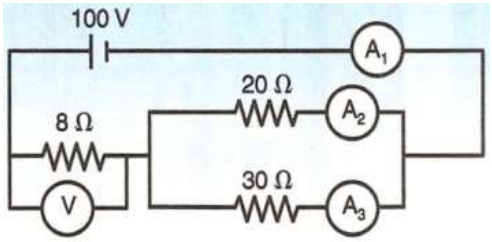
39. Dado o circuito da figura, calcule os valores de i_1, i_2 e R. ***Resp: i_1 = 0,1 A; i_2 = 0,2 A; R = 100 Ω***



40. Dado o circuito da figura, determine V_2. ***Resp: 14,7 V***



41. Determine, no circuito a seguir, as leituras do voltímetro V e dos amperímetros A_1, A_2 e A_3. ***Resp: 40 V, e 5 A, 3 A, 2 A.***



APÊNDICE A. VARIAÇÃO DE GRANDEZAS FÍSICAS

Durante o processo de variação de uma gradeza X de X_1 a X_2 sendo

X_1: Estado inicial da grandeza X

X_2: Estado final da grandeza X

Considerando os seguintes processos de variação da grandeza fisica X de X_1 a X_2 teremos as correspondentes relacções entre X_1 e X_2

1. A grandeza X aumentou **n** vezes: $X_2/X_1 = \mathbf{n}$
2. A grandeza X aumentou reduziu **n** vezes: $X_2/X_1 = 1/\mathbf{n}$
3. A grandeza X diminui-se de: $\Delta X < 0$
4. A grandeza X aumentou-se de: $\Delta X > 0$

EXEMPLO 1. EXPRESSÕES VALIDAS PARA O VOLUME (V)

1. O volume de um gás aumentou **n** vezes: $V_2/V_1 = \mathbf{n}$
2. O volume de um gás reduziu **n** vezes: $V_2/V_1 = 1/\mathbf{n}$
3. Quantas vezes variará o volume: $V_2/V_1 = ?$
4. O volume do gás diminui-se de 10 L à 5 L: $V_1 = 10$ L e $V_2 = 5$ L
5. O volume do gás aumenta-se de 5 L para 10 L: $V_1 = 5$ L e $V_2 = 10$ L
6. O volume do gás diminui-se de 5 L: $\Delta V = -5$ L
7. O volume do gás aumenta-se de 5 L: $\Delta V = 5$ L
8. O volume do gás diminui de 10%: $\Delta V = -10\%.V_1$
9. O volume do gás aumenta de 10%: $\Delta V = 10\%.V_1$

EXEMPLO 2. EXPRESSÕES VALIDAS PARA A PRESSÃO (P)

10. A pressão de um gás aumentou **n** vezes: $P_2/P_1 = \mathbf{n}$
11. A pressão de um gás reduziu **n** vezes: $P_2/P_1 = 1/\mathbf{n}$
12. Quantas vezes variará a pressão: $P_2/P_1 = ?$
13. A pressão do gás diminui-se de 10 Pa à 5 Pa: $P_1 = 10$ Pa e $P_2 = 5$ Pa
14. A pressão do gás aumenta-se de 5 Pa para 10 Pa: $P_1 = 5$ Pa e $P_2 = 10$ Pa
15. A pressão do gás diminui-se 5 Pa: $\Delta P = -5$ Pa
16. A pressão do gás aumenta-se de 5 Pa: $\Delta P = 5$ Pa
17. A pressão do gás diminui de 10%: $\Delta P = -10\%.P_1$
18. A pressão do gás aumenta de 10%: $\Delta P = 10\%.P_1$

EXEMPLO 3. EXPRESSÕES VALIDAS PARA A TEMPERATURA (T)

19. A temperatura de um gás aumentou **n** vezes: $T_2/T_1 = \mathbf{n}$
20. A temperatura de um gás reduziu **n** vezes: $T_2/T_1 = 1/\mathbf{n}$
21. Quantas vezes variará a temperatura: $T_2/T_1 = ?$
22. A temperatura do gás diminui-se de 10 ^{0}C à 5 ^{0}C: $T_1 = 10\ ^0$C e $T_2 = 5\ ^0$C
23. A temperatura do gás aumenta-se de 5 ^{0}C para 10 ^{0}C: $T_1 = 5\ ^0$C e $T_2 = 10\ ^0$C
24. A temperatura do gás diminui-se de 5 ^{0}C: $\Delta T = -5\ ^0$C
25. A temperatura do gás aumenta-se de 5 ^{0}C: $\Delta T = 5\ ^0$C
26. A temperatura do gás diminui de 10%: $\Delta T = -10\%.T_1$
27. A temperatura do gás aumenta de 10%: $\Delta T = 10\%.T_1$

EXEMPLO 4. EXPRESSÕES VALIDAS PARA A MASSA (M)

28. Num recipiente escapou-se 50% do gás: $\Delta m = -50\%.m_1$
29. Num recipiente escapou-se 50 kg do gás: $\Delta m = -50$ kg